

⑤1

Int. Cl. 2:

H 04 B 9-00

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 2432718 A1

①1

Offenlegungsschrift 24 32 718

②1

Aktenzeichen: P 24 32 718.2

②2

Anmeldetag: 8. 7. 74

④3

Offenlegungstag: 29. 1. 76.

③0

Unionspriorität:

③2 ④3 ③1

⑤4

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur breitbandigen Übertragung optischer Wellen

⑦1

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

⑦2

Erfinder: Auracher, Franz, Dipl.-Ing., 8000 München

⑤6

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-OS 23 30 785

DT-OS 24 24 838 v. 22. 5. 74

US 37 61 716

US 37 77 149

US 37 80 295

US-Z: Electronics January 18, 1973, S. 162 - 169

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

München 2, den - 8. JUL. 1974
Wittelsbacherplatz 2

VPA 74/7096

Verfahren und Vorrichtung zur breitbandigen Übertragung
optischer Wellen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur breitbandigen Übertragung optischer Wellen über weite Entfernungen in Multimodefasern.

Zur Übertragung von optischen Wellen ist es bekannt Monomode- oder Multimodefasern zu verwenden. Die Multimodefaser hat gegenüber der Monomodefaser den Vorteil, daß höhere Herstellungstoleranzen, ein größerer Akzeptanzwinkel und vor allem auch geringere Justiergenauigkeiten der Faser in Bezug auf anzukoppelnde Elemente erforderlich sind.

Ein Nachteil der Multimodefaser besteht darin, daß die Bandbreite der zu übertragenden optischen Signale wesentlich geringer als diejenige der Monomodefaser ist, aufgrund der verschiedenen Laufzeiten der einzelnen Moden in der Multimodefaser.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur breitbandigen Übertragung optischer Wellen über weite Entfernungen in Multimodefasern anzugeben.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß am Ausgang der im wesentlichen geradlinig verlegten Multimodefaser die

VPA 9/710/3159 UH/Kow

-2-

509885/0538

einzelnen Moden getrennt werden, daß jeder Modus oder jede Gruppe von benachbarten Moden auf einen Lichtdetektor trifft und dort ein entsprechendes Signal erzeugt, daß die einzelnen Signale entsprechend verstärkt oder abgeschwächt und/oder so verzögert werden, daß die modenabhängigen Dämpfungen und Laufzeitverzögerungen ausgeglichen werden und daß die Teilsignale danach wieder zu einem Ausgangssignal summiert werden.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens besteht in einer Multimodefaser, einer Vielzahl getrennt angeordneter Lichtdetektoren, deren jeder mit einem Verstärker oder Abschwächer und/oder einem Verzögerungsglied verbunden ist.

Die Verzögerungselemente können vorteilhafterweise Speicherelemente sein, wobei die Speicherelemente mit einer Abtastschaltung verbunden sind und wobei eines oder mehrere Addierglieder vorgesehen sind, während die Lichtdetektoren ringförmig angeordnet sind.

Bei einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel ist jeweils ein Lichtdetektor und ein Speicherelement zu einem Bauteil vereinigt, wobei die Gesamtheit dieser Bauelemente die Form eines Speicherregisters aufweist.

Besonders günstig ist es auch, wenn die Lichtdetektoren matrixförmig angeordnet sind und wenn zwischen dem Ausgang der Multimodefaser und den Lichtdetektoren ein Hologramm angeordnet ist, das die einzelnen Moden oder Modengruppen auf die verschiedenen Lichtdetektoren abbildet.

Unter der Voraussetzung, daß die Multimodefaser nur geringe Abweichungen im Kerndurchmesser und im Brechungsindex aufweist und genügend geradlinig verlegt wird, kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vor-

richtung eine Übertragung breitbandiger optischer Signale ohne wesentliche Modenumwandlung über lange Distanzen erreicht werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren beispielsweise beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit Verstärkern, Verzögerungsgliedern und Addiergliedern,
Figur 2 ein anderes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel,
Figur 3 ein Ausführungsbeispiel mit Speicherelementen,
Figur 4 ein anderes Ausführungsbeispiel mit Speicherelementen und
Figur 5 eine Anordnung eines Hologramms zwischen der Faser und den Detektoren.

In Figur 1 ist mit 1 eine Multimodefaser bezeichnet, von deren Ausgang die einzelnen Moden n_i oder Gruppen von Moden auf getrennt angeordnete Lichtdetektoren 2 auftreffen. Die Lichtdetektoren wandeln die optischen Teilsignale in elektrische Teilsignale um, die dann in Verstärkern oder bei genügend hohem Signalpegel in Abschwächern 3 so verstärkt oder abgeschwächt und in Verzögerungselementen 4 (z.B. Verzögerungsleitungen) so verzögert werden, daß die modenabhängigen Dämpfungen und Laufzeitverzögerungen ausgeglichen werden. Die Teilsignale werden anschließend in einem Summierglied 5 summiert, so daß am Ausgang 6 ein dem Eingangssignal ähnliches Ausgangssignal zur Verfügung steht. Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist jeder Lichtdetektor mit einem Verstärker oder Abschwächer und/oder einem Verzögerungsglied verbunden, wobei alle Lichtdetektoren mit einem ihnen gemeinsamen Addierglied 5 verbunden sind.

Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind mehrere Addierglieder 5 vorgesehen. Das vom Lichtdetektor für die 0. Mode erzeugte elektrische Signal wird hier erst einem Verstärker oder Abschwächer 3 zugeführt, anschließend einem Ver-

zögerungsglied 4, danach einem Addierglied 5, in dem ihm das für die 1. Mode erzeugte elektrische Signal aufsummiert wird. Das Summationssignal durchläuft ein weiteres Verzögerungsglied 4, wonach ihm in einem zweiten Addierglied 5 das zur 2. Mode gehörige elektrische Signal aufsummiert wird.

Figur 3 zeigt anstelle einer zeitlich kontinuierlich arbeitenden Anordnung eine solche mit einer Abtastschaltung, wobei die Verzögerungselemente durch eine entsprechende Anzahl von Speicherelementen 7 ersetzt sind, die das jedem Modus oder jeder Gruppe von Moden entsprechende Teilsignal speichern, bis das Signal mit einem periodischen Abtastimpuls, der den Speicherelementen über eine Leitung 8 zugeführt wird, ähnlich wie in einem Schieberegister, an das nächste Speicherelement oder den Ausgang 6 weitergeleitet wird. Die Abtastfrequenz muß dabei mindestens doppelt so hoch wie die zu übertragende Signalbandbreite entsprechend dem Abtasttheorem sein.

Die Differenz $T_{n,n+1}$ der Verzögerungen für zwei benachbarte Moden n und $n+1$ ist dann auch durch die Zahl $N_{n,n+1}$ der Speicherelemente 7, die zwischen den Modengruppen n und $n+1$ zugeordneten Speicherelementen liegen, und der Abtastfrequenz f gegeben, nämlich

$$T_{n,n+1} = N_{n,n+1} f.$$

Für die Signalbandbreite von 200 MHz z.B. wird eine Abtastfrequenz von $f = 400$ MHz benötigt. Beträgt der Laufzeitunterschied zwischen zwei Moden(gruppen) 20 nsec, so sind $N = 20 \cdot 10^{-9} \cdot 400 \cdot 10^6 = 8$ Speicherelemente nötig.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Figur 4 dargestellt, bei dem das Schieberegister die Form einer ladungsgekoppelten Anordnung (CCD) aufweist. In diesem Fall sind die Funktionen der Lichtdetektoren 2 und der Speicherelemente 7 kombiniert, wobei die so erhaltenen Bauteile 11 ringförmig angeordnet sind. Die Zahl der Speicherelemente entspricht der Anzahl der "gates"

im CCD. Die in den ersten Ausführungsbeispielen gezeigten Addierglieder sind nicht mehr erforderlich, da zwischen den Bauteilen 11 noch Zwischengates 9 angeordnet sind und die entsprechenden gates stattdessen ein zusätzliches optisches Signal des zu addierenden Modes empfangen. Mit 10 sind geeignete zwischen der Multimodefaser 1 und den Bauteilen 11 angeordnete Lichtblenden bezeichnet. Das Ausgleichen der modenabhängigen Dämpfung kann hierbei durch Wahl der lichtempfindlichen Flächen oder durch Abschwächen erfolgen.

Wegen der ringförmigen Geometrie des Fernfeldes der einzelnen Moden sind die Detektoren in den bisher gezeigten Ausführungsbeispielen ringförmig angeordnet. Eine einfachere Geometrie für die Lichtdetektoren bzw. die gates des CCD kann mit dem Ausführungsbeispiel nach Figur 5 erzielt werden, wenn die einzelnen Moden der Multimodefaser 1 durch ein geeignetes Hologramm 12 auf z.B. getrennte Linien oder Punkte abgebildet werden.

5 Patentansprüche

5 Figuren

VPA 9/710/3159

-6-

509885/0538

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur breitbandigen Übertragung optischer Wellen über weite Entfernungen in Multimodefasern, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang der im wesentlichen geradlinig verlegten Multimodefaser die einzelnen Moden getrennt werden, daß jeder Modus oder jede Gruppe von benachbarten Moden auf einen Lichtdetektor trifft und dort ein entsprechendes Signal erzeugt, daß die einzelnen Signale entsprechend verstärkt oder abgeschwächt und/oder so verzögert werden, daß die modenabhängigen Dämpfungen und Laufzeitverzögerungen ausgeglichen werden, und daß die Teilsignale danach wieder zu einem Ausgangssignal summiert werden.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Multimodefaser, eine Vielzahl getrennt angeordneter Lichtdetektoren, deren jeder mit einem Verstärker oder Abschwächer und/oder einem Verzögerungsglied verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verzögerungselemente Speicherelemente sind, daß die Speicherelemente mit einer Abtastschaltung verbunden sind, daß eines oder mehrere Addierglieder vorgesehen sind und daß die Lichtdetektoren ringförmig angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Lichtdetektor und ein Speicherelement zu einem Bauteil vereinigt sind und daß die Gesamtheit dieser Bauelemente die Form eines Schieberegisters aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet

n e t , daß die Lichtdetektoren matrixförmig angeordnet sind und daß zwischen dem Ausgang der Multimodefaser und den Lichtdetektoren ein Hologramm angeordnet ist, das die einzelnen Moden oder Modengruppen auf die verschiedenen Lichtdetektoren abbildet.

VPA 9/710/3159

509885/0538

-9.

Fig. 1

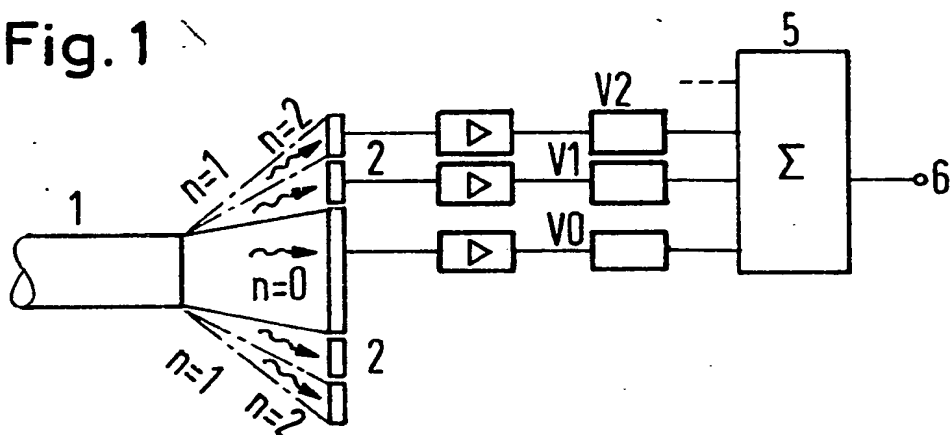


Fig. 2

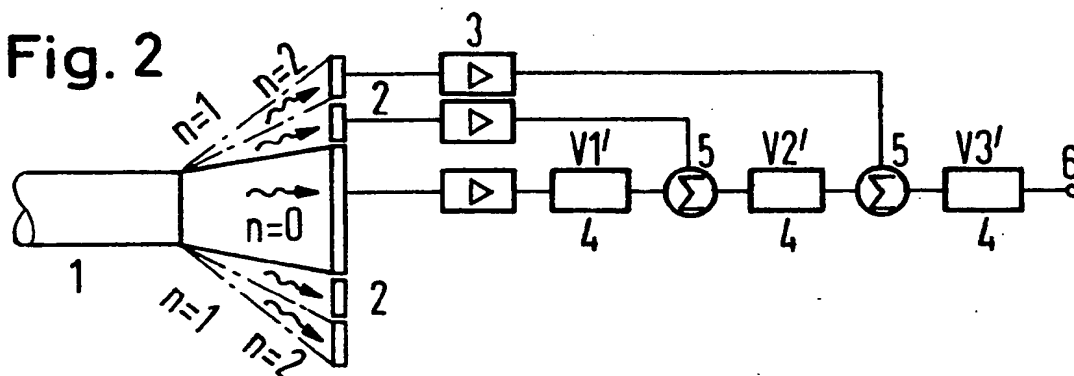
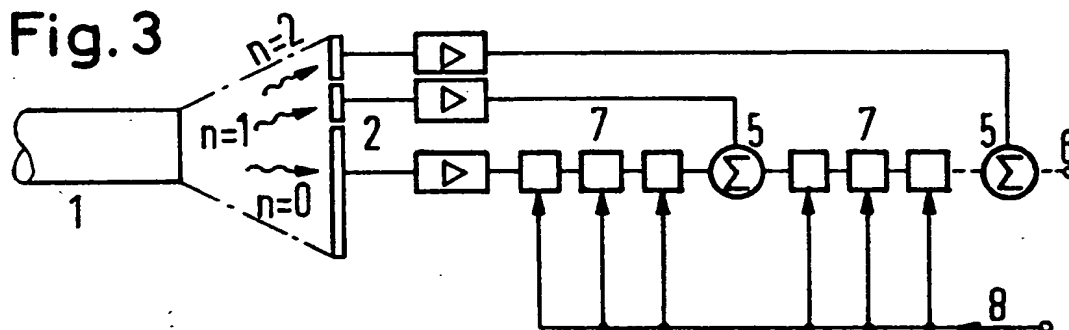


Fig. 3



H04B

9-00

AT:08.07.1974

OT:29.01.1976

509885/0538

Siemens AG

8

Fig. 4

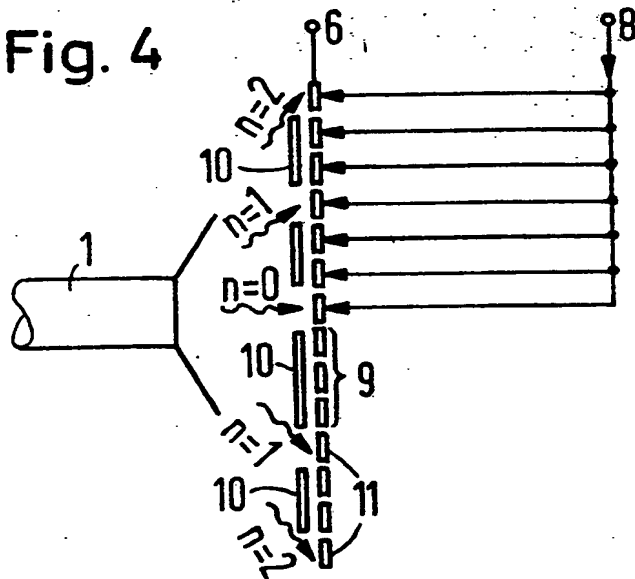


Fig. 5

